

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
23. Mai 2002 (23.05.2002)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 02/41423 A2

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: H01M 8/02

(81) Bestimmungsstaaten (*national*): CA, JP, US.

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP01/13092

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

(22) Internationales Anmeldedatum:
13. November 2001 (13.11.2001)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
100 56 538.7 15. November 2000 (15.11.2000) DE
100 60 052.2 2. Dezember 2000 (02.12.2000) DE

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die folgenden Bestimmungsstaaten CA, JP, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR)
- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, die Priorität einer früheren Anmeldung zu beanspruchen (Regel 4.17 Ziffer iii) für alle Bestimmungsstaaten

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): MTU FRIEDRICHSHAFEN GMBH [DE/DE];
88040 Friedrichshafen (DE).

Veröffentlicht:

- ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): FRIEDRICH, Mike
[DE/DE]; Hochfellnstraße 13, 84427 St. Wolfgang (DE).

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(74) Anwalt: WINTER, Josef; MTU Friedrichshafen GmbH,
Patentabteilung ZJXP, 88040 Friedrichshafen (DE).

(54) Title: ELECTROLYTE MATRIX, ESPECIALLY FOR A MOLTEN CARBONATE FUEL CELL, AND METHOD FOR PRODUCING THE SAME

(54) Bezeichnung: ELEKTROLYTMATRIX, INSBESONDERE FÜR EINE SCHMELZKARBONATBRENNSTOFFZELLE, UND VERFAHREN ZU DEREN HERSTELLUNG

(57) Abstract: The invention relates to an electrolyte matrix for a molten carbonate fuel cell, and to a method for producing the same. The inventive electrolyte matrix is characterized in that it consists of a matrix material that is subject to an increase in volume when the fuel cell is started. Preferably, the electrolyte matrix is produced from a matrix material that contains one or more lithium compounds, aluminum oxide and one or more zirconium compounds.

(57) Zusammenfassung: Es werden eine Elektrolytmatrix für eine Schmelzkarbonatbrennstoffzelle und ein Verfahren zu deren Herstellung beschrieben. Erfindungsgemäß besteht die Elektrolytmatrix aus einem Matrixmaterial, das beim Anfahren der Brennstoffzelle eine Volumenzunahme erleidet. Vorzugsweise wird die Elektrolytmatrix aus einem matrixmaterial hergestellt, das eine oder mehrere Lithiumverbindungen, Aluminiumoxid und eine oder mehrere Zirkonverbindungen enthält.



WO 02/41423 A2

B E S C H R E I B U N G

Elektrolytmatrix, insbesondere für eine Schmelzkarbonatbrennstoffzelle, und Verfahren zu deren Herstellung

5

Die Erfindung betrifft eine Elektrolytmatrix, insbesondere für eine Schmelzkarbonatbrennstoffzelle, und ein Verfahren zu deren Herstellung.

10

Zur Erzeugung von elektrischer Energie mittels Brennstoffzellen sind üblicherweise eine größere Anzahl von Brennstoffzellen in einem Brennstoffzellenstapel angeordnet, die jeweils eine Anode, eine Kathode und eine dazwischen angeordnete Elektrolytmatrix aufweisen. Die einzelnen Brennstoffzellen sind jeweils durch Bipolarplatten voneinander getrennt und elektrisch kontaktiert, und an den Anoden und den Kathoden sind jeweils Stromkollektoren zum elektrischen Kontaktieren derselben vorgesehen, und um jeweils das Brenngas bzw. das Kathodengas an diesen Elektroden vorbeizuführen. Im Randbereich von Anode, Kathode und Elektrolytmatrix sind jeweils Dichtungselemente vorgesehen, welche eine seitliche Abdichtung der Brennstoffzellen und damit des Brennstoffzellenstapels gegen ein Austreten von Anoden- und Kathodenmaterial bzw. Elektrolytmaterial der Matrix bilden. Der in der porösen Matrix fixierte Schmelzelektrolyt besteht typischerweise aus binären Alkalikarbonatschmelzen $\text{Li}_2\text{CO}_3/\text{K}_2\text{CO}_3$ oder $\text{Li}_2\text{CO}_3/\text{Na}_2\text{CO}_3$ oder aus ternären Schmelzen $\text{Li}_2\text{CO}_3/\text{Na}_2\text{CO}_3/\text{K}_2\text{CO}_3$. Im Betrieb erreichen Schmelzkarbonatbrennstoffzellen typischerweise Arbeitstemperaturen von 600°C bis 650°C .

25

Beim Betrieb von Schmelzkarbonatbrennstoffzellen besteht eine Schwierigkeit darin, dass der Unterschied zwischen den thermischen Ausdehnungskoeffizienten der Elektrolytmatrix und der diese umgebenden metallischen Komponenten der Brennstoffzelle, insbesondere der seitlichen Abdichtungselemente, zu thermisch induzierten Zugspannungen führt, welche insbesondere beim Anfahren der Brennstoffzellen eine Rissbildung in der Matrix nach sich ziehen. Dadurch können die gewünschte Leistung und Lebensdauer der Brennstoffzellen nicht erreicht werden.

30

Bekannte Brennstoffzellen dieser Art sind beispielsweise bekannt aus US 5 997 794 A,

US 5 869 203 A, US 6 037 976 A, aus der US 5 880 673 A und DE 4 030 945 A1.

Beispielsweise bei der US 5 869 203 A wird zur Erhöhung der Festigkeit der Elektrolytmatrix zu Alpha-Lithiumaluminat kristallines Aluminium und Lithiumkarbonat zugesetzt, woraus beim Anfahren der Brennstoffzellen Aluminiumoxid und später

- 5 Lithiumaluminat entsteht. Dies führt zu einer Erhöhung der Festigkeit der Elektrolytmatrix, die mit einer geringfügigen Längenzunahme derselben verbunden ist, löst jedoch noch nicht das vorstehend beschriebene Problem.

Die Aufgabe der Erfindung ist es eine Elektrolytmatrix insbesondere für eine

- 10 Schmelzkarbonatbrennstoffzelle anzugeben, bei welcher eine Rissbildung der Matrix auf Grund unterschiedlicher thermischer Ausdehnungskoeffizienten von Matrix und diese umgebenden metallischen Komponenten ausgeschlossen wird. Weiterhin soll ein Verfahren zur Herstellung einer solchen Elektrolytmatrix angegeben werden.

- 15 Durch die Erfindung wird eine Elektrolytmatrix geschaffen. Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass die Elektrolytmatrix aus einem Matrixmaterial besteht, das beim Anfahren der Brennstoffzelle eine Volumenzunahme erleidet. Eine Elektrolytmatrix mit dieser Eigenschaft kann mit Vorteil bei Schmelzkarbonatbrennstoffzellen und auch bei anderen Brennstoffzellenarten eingesetzt werden.

20

Ein Vorteil der erfindungsgemäßen Elektrolytmatrix ist es, dass durch die Volumenzunahme beim Anfahren der Brennstoffzelle unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten zwischen metallischen Komponenten der Brennstoffzelle und der Elektrolytmatrix ausgeglichen und damit das Entstehen von Rissen in der Matrix

- 25 verhindert werden. Ein weiterer Vorteil besteht darin, dass durch die Volumenzunahme der Elektrolytmatrix eine Erhöhung des Anpressdrucks zwischen der Elektrolytmatrix und den Elektroden sowie deren Stromkollektoren stattfindet, was zu einer besseren Kontaktierung und damit einer höheren Leistung in der Zelle führt.

- 30 Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, dass das Matrixmaterial eine oder mehrere Lithiumverbindungen, Aluminiumoxid und eine oder mehrere Zirkonverbindungen enthält. Der Vorteil hiervon ist eine deutliche Reduzierung

der Rohstoffkosten für die Elektrolytmatrix und damit eine Kostensenkung bei der Brennstoffzellenherstellung.

Vorzugsweise enthält das Matrixmaterial Lithiumacetat und/oder Lithiumkarbonat
5 und/oder Lithiumaluminat.

Weiterhin enthält das Matrixmaterial vorzugsweise Zirkoncarbid.

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, dass das
10 Matrixmaterial weiterhin ein nanoskaliges Sekundärkorn enthält.

Vorzugsweise enthält das Matrixmaterial als nanoskaliges Sekundärkorn eines oder mehrere von ZrO_2 , SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 .

15 Vorzugsweise bildet das Matrixmaterial beim Anfahren der Schmelzkarbonatbrennstoffzelle ein Aluminat, insbesondere Lithiumaluminat, ein Oxid, insbesondere Zirkondioxid und/oder ein Zirkonat, insbesondere Lithiumzirkonat.

Vorzugsweise synthetisiert das Matrixmaterial beim Anfahren der Brennstoffzelle, wobei es
20 eine Volumenzunahme erfährt.

Vorzugsweise ist es vorgesehen, dass die Volumenzunahme des Matrixmaterials beim Anfahren der Brennstoffzelle im wesentlichen der thermischen Ausdehnung von mit der Elektrolytmatrix verbundenen Brennstoffzellenkomponenten entspricht oder größer als
25 diese ist.

Vorzugsweise weist die Elektrolytmatrix nach dem Anfahren der Brennstoffzelle eine offene Porosität von 30 bis 70%, vorzugsweise von 40 bis 60% auf.

30 Weiterhin ist es von Vorteil, wenn die Elektrolytmatrix nach dem Anfahren der Brennstoffzelle einen mittleren Porendurchmesser von weniger als $0,4\mu m$, vorzugsweise von weniger als $0,2\mu m$ aufweist.

Gemäß einer Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Elektrolytmatrix als einlagige Matrix hergestellt ist.

5 Gemäß einer anderen, vorteilhaften Ausführungsform der Erfindung ist es vorgesehen, dass die Elektrolytmatrix als mehrlagige Matrix hergestellt ist.

Gemäß einer vorteilhaften Weiterbildung hiervon ist es vorgesehen, dass die Elektrolytmatrix als mehrlagige Matrix mit mehreren gleichartigen Lagen hergestellt ist.

10 Weiterhin wird durch die Erfindung ein Verfahren zur Herstellung einer Elektrolytmatrix geschaffen. Erfindungsgemäß ist es vorgesehen, dass die Elektrolytmatrix aus einem Matrixmaterial, enthaltend eine oder mehrere Lithiumverbindungen, Aluminiumoxid und eine oder mehrere Zirkonverbindungen, hergestellt wird.

15 Vorzugsweise wird bei dem Verfahren Lithiumacetat und/oder Lithiumkarbonat und/oder Lithiumaluminat als Matrixmaterial verwendet.

Weiterhin von Vorteil ist die Verwendung von Zirkoncarbid als Bestandteil des Matrixmaterials.

20

Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist es vorgesehen, dass das Matrixmaterial aus einem Pulsationsreaktor stammendes Lithiumaluminat enthält.

25 Vorteilhafterweise ist es vorgesehen, dass das bei dem Verfahren verwendete Matrixmaterial weiterhin nanoskaliges Sekundärkorn enthält.

Dieses nanoskaliges Sekundärkorn ist vorzugsweise eines oder mehrere von ZrO_2 , SiO_2 , Al_2O_3 , oder TiO_2 .

30

Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Elektrolytmatrix "grün" in die Schmelzkarbonatbrennstoffzelle eingebaut und bildet beim

Anfahren der Brennstoffzelle ein; Aluminat, insbesondere Lithiumaluminat, ein Oxid, insbesondere Zirkondioxid und/oder ein Zirkonat, insbesondere Lithiumzirkonat.

- 5 Vorzugsweise erfolgt die Umwandlung zum Lithiumaluminat über Lithiumkarbonat, das sich bei höherer Temperatur zu Lithiumoxid zersetzt.

Weiterhin erfolgt vorzugsweise die Umwandlung von Zirkoncarbid zu Zirkondioxid und dann mit Lithiumacetat zu Lithiumzirkonat.

- 10 Vorzugsweise synthetisiert das Matrixmaterial beim Brand während der Erstinbetriebnahme der Brennstoffzelle unter Volumenzunahme.

- 15 Weiterhin von Vorteil ist es, wenn die Volumenzunahme des Matrixmaterials beim Anfahren der Brennstoffzelle im wesentlichen der thermischen Ausdehnung von mit der Elektrolytmatrix verbundenen Brennstoffzellenkomponenten entspricht oder größer als diese ist.

- 20 Vorzugsweise weist die Elektrolytmatrix nach dem Anfahren der Brennstoffzelle eine offene Porosität von 30 bis 70%, vorzugsweise von 40 bis 60% auf.

Weiterhin von Vorteil ist es, wenn die Elektrolytmatrix nach dem Anfahren der Brennstoffzelle einen mittleren Porendurchmesser von weniger als 0,4µm, vorzugsweise von weniger als 0,2µm aufweist.

- 25 Gemäß einer Alternative des erfindungsgemäßen Verfahrens wird die Elektrolytmatrix als einlagige Matrix hergestellt.

Gemäß einer anderen, vorteilhaften Alternative des Verfahrens wird die Elektrolytmatrix als mehrlagige Matrix hergestellt.

30

In besonders vorteilhafter Weise wird die erfindungsgemäße Elektrolytmatrix als mehrlagige Matrix mit mehreren gleichartigen Lagen hergestellt.

Im folgenden wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung erläutert.

Die Figur zeigt ein Flussdiagramm der Herstellung einer Elektrolytmatrix gemäß einem Ausführungsbeispiel der Erfindung.

5

Bei dem in der Figur anhand eines Flussdiagramms dargestellten Verfahren zur Herstellung einer Elektrolytmatrix für eine Schmelzkarbonatbrennstoffzelle erfolgt zunächst in einem Verfahrensschritt 101 ein Einwiegen der wesentlichen Bestandteile des Matrixmaterials. Dies sind eine oder mehrere Lithiumverbindungen, z. B. Lithiumacetat und/oder

10 Lithiumkarbonat, und/oder Lithiumaluminat, sowie Aluminiumoxid und eine oder mehrere Zirkonverbindungen, wie Zirkoncarbide, vorzugsweise unter Verwendung von Wasser und einer organischen Säure, z. B. Essigsäure. Die Verwendung von Wasser als Dispersions- und Lösungsmittel ist überraschenderweise in Verbindung mit diesen Materialien möglich, was einen beträchtlichen kostenmäßigen Vorteil darstellt. Weiterhin wird ein nanoskaliges
15 Sekundärkorn z. B. ZrO_2 , SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 etc. zugegeben. In einem folgenden Verfahrensschritt 102 erfolgt ein Homogenisieren der Mischung im Reaktor. Danach wird in Schritt 103 die Mischung in einer Rührwerkskugelmühle gemahlen. Nach einer weiteren Zugabe von Aluminiumoxid in einem Schritt 104 erfolgt ein weiteres Homogenisieren der Mischung im Reaktor, Verfahrensschritt 105.

20

In die solchermaßen zusammengesetzte, gemahlene und homogenisierte Mischung werden im Verfahrensschritt 106 Zusatz- und Hilfsstoffe eingebracht, um dem Matrixmaterial die notwendigen mechanischen und Verarbeitungseigenschaften zu verleihen. Dies können sein: ein Bindemittel, ein Plastifizierungsmittel, ein Rissstopper, ein
25 Entschäumer, und/oder oberflächenaktive Reagenzien. Nach dem Zuführen dieser Hilfsstoffe erfolgt wiederum ein Homogenisieren im Reaktor, Verfahrensschritt 107, worauf die Mischung abgesiebt wird, Verfahrensschritt 108.

Das nun roh fertiggestellte Matrixmaterial zur Herstellung der Elektrolytmatrix wird nun in
30 Verfahrensschritten 109, 110 und 111 geformt, getrocknet und konfektioniert und schließlich qualitätskontrolliert, Verfahrensschritt 112.

Das Ergebnis ist eine Elektrolytmatrix für eine Schmelzkarbonatbrennstoffzelle, die aus einem Matrixmaterial besteht, welches beim Anfahren der Brennstoffzelle eine Volumenzunahme erfährt, kostengünstig in der Herstellung ist, eine hohe Leistung der Brennstoffzelle gewährleistet und eine hohe Brennstoffzellenlebensdauer ermöglicht. Die
5 Kosten des Matrixmaterials und damit die Brennstoffzellenkosten sind deutlich reduziert. Es wird ein niedriger ohmscher Widerstand und eine hohe offene Porosität erzielt.

10

15

20

25

30

PATENTANSPRÜCHE

1. Elektrolytmatrix, insbesondere für eine Schmelzkarbonatbrennstoffzelle, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrolytmatrix aus einem Matrixmaterial besteht, das beim
5 Anfahren der Brennstoffzelle eine Volumenzunahme erleidet.
2. Elektrolytmatrix nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das Matrixmaterial eine oder mehrere Lithiumverbindungen, Aluminiumoxid und eine oder mehrere Zirkonverbindungen enthält.
10
3. Elektrolytmatrix nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Matrixmaterial Lithiumacetat und/oder Lithiumkarbonat und/oder Lithiumaluminat enthält.
- 15 4. Elektrolytmatrix nach Anspruch 1, 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Matrixmaterial Zirkoncarbide enthält.
5. Elektrolytmatrix nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Matrixmaterial weiterhin ein nanoskaliges Sekundärkorn enthält.
20
6. Matrixmaterial nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Matrixmaterial als nanoskaliges Sekundärkorn eines oder mehrere von ZrO_2 , SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 enthält.
7. Elektrolytmatrix nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass
25 das Matrixmaterial beim Anfahren der Schmelzkarbonatbrennstoffzelle ein Aluminat, insbesondere Lithiumaluminat, ein Oxid, insbesondere Zirkondioxid und/oder ein Zirkonat, insbesondere Lithiumzirkonat bildet.
8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass bei
30 der Herstellung als Dispersions- und Lösemittel ausschließlich oder nicht ausschließlich Wasser eingesetzt wird.

9. Elektrolytmatrix nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das Matrixmaterial beim Anfahren der Brennstoffzelle unter Volumenzunahme synthetisiert.

5 10. Elektrolytmatrix nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Volumenzunahme des Matrixmaterials beim Anfahren der Brennstoffzelle im wesentlichen der thermischen Ausdehnung von mit der Elektrolytmatrix verbundenen Brennstoffzellenkomponenten entspricht oder größer als diese ist.

10 11. Elektrolytmatrix nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrolytmatrix nach dem Anfahren der Brennstoffzelle eine offene Porosität von 30 bis 70%, vorzugsweise von 40 bis 60% aufweist.

15 12. Elektrolytmatrix nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrolytmatrix nach dem Anfahren der Brennstoffzelle einen mittleren Porendurchmesser von weniger als 0,4µm, vorzugsweise von weniger als 0,2µm aufweist.

13. Elektrolytmatrix nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrolytmatrix als einlagige Matrix hergestellt ist.

20

14. Elektrolytmatrix nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrolytmatrix als mehrlagige Matrix hergestellt ist.

25 15. Elektrolytmatrix nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrolytmatrix als mehrlagige Matrix mit mehreren gleichartigen Lagen hergestellt ist.

30 16. Verfahren zur Herstellung einer Elektrolytmatrix, insbesondere für eine Schmelzkarbonatbrennstoffzelle, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrolytmatrix aus einem Matrixmaterial, enthaltend eine oder mehrere Lithiumverbindungen, Aluminiumoxid und eine oder mehrere Zirkonverbindungen, hergestellt wird.

17. Verfahren nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass das Matrixmaterial Lithiumacetat und/oder Lithiumkarbonat und/oder Lithiumaluminat enthält.

18. Verfahren nach Anspruch 16 oder 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Matrixmaterial Zirkoncarbid enthält.

19. Verfahren nach Anspruch 16, 17 oder 18, dadurch gekennzeichnet, dass das
5 Matrixmaterial aus einem Pulsationsreaktor stammendes Lithiumaluminat enthält.

20. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass das Matrixmaterial nanoskaliges Sekundärkorn enthält.

10 21. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass das Matrixmaterial als nanoskaliges Sekundärkorn eines oder mehrere von ZrO_2 , SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 enthält.

15 22. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 21, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Herstellung als Dispersions- und Lösemittel ausschließlich oder nicht ausschließlich Wasser eingesetzt wird.

20 23. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrolytmatrix "grün" in die Schmelzkarbonatbrennstoffzelle eingebaut wird und beim Brand während der Erstinbetriebnahme der Brennstoffzelle ein Aluminat, insbesondere Lithiumaluminat, ein Oxid, insbesondere Zirkondioxid und/oder ein Zirkonat, insbesondere Lithiumzirkonat bildet.

25 24. Verfahren nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass die Umwandlung zum Lithiumaluminat über Lithiumkarbonat erfolgt, das sich bei höherer Temperatur zu Lithiumoxid zersetzt.

30 25. Verfahren nach Anspruch 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, dass die Umwandlung von Zirkoncarbid zu Zirkondioxid und dann mit Lithiumacetat zu Lithiumzirkonat erfolgt.

26. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 25, dadurch gekennzeichnet, dass das Matrixmaterial beim Anfahren der Brennstoffzelle unter Volumenzunahme synthetisiert.

27. Verfahren nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Volumenzunahme des Matrixmaterials beim Anfahren der Brennstoffzelle im wesentlichen der thermischen Ausdehnung von mit der Elektrolytmatrix verbundenen Brennstoffzellenkomponenten entspricht oder größer als diese ist.

5

28. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrolytmatrix nach dem Anfahren der Brennstoffzelle eine offene Porosität von 30 bis 70%, vorzugsweise von 40 bis 60% aufweist.

10 29. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 28, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrolytmatrix nach dem Anfahren der Brennstoffzelle einen mittleren Porendurchmesser von weniger als 0,4µm, vorzugsweise von weniger als 0,2µm aufweist.

15 30. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrolytmatrix als einlagige Matrix hergestellt wird.

31. Verfahren nach einem der Ansprüche 16 bis 29, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrolytmatrix als mehrlagige Matrix hergestellt wird.

20 32. Verfahren nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, dass die Elektrolytmatrix als mehrlagige Matrix mit mehreren gleichartigen Lagen hergestellt wird.

25

30

